

P24344.P04

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Gyu Ha CHOE

Serial No. : Not Yet Assigned

Filed : Concurrently Herewith

For : SYSTEM AND METHOD FOR IMPLEMENTING VIRTUAL SOLAR CELL


CLAIM OF PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Korean Application No. 10-2003-0061685, filed September 4, 2003. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the Korean application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,
Gyu Ha CHOE


Bruce H. Bernstein
Reg. No. 29,027 33,329

December 1, 2003
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1950 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

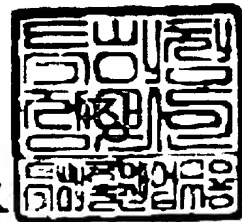
출 원 번 호 : 10-2003-0061685
Application Number

출 원 년 월 일 : 2003년 09월 04일
Date of Application SEP 04, 2003

출 원 인 : 학교법인 건국대학교
Applicant(s) KONKUK UNIVERSITY

2003년 10월 29일

특 허 청
COMMISSIONER



온라인발급문서(발급문일자:2003.10.29 발급번호:5-5-2003-015988231)

【서지사항】

【서류명】	특허출원서		
【권리구분】	특허		
【수신처】	특허청장		
【제출일자】	2003.09.04		
【발명의 명칭】	태양전지 가상 구현 시스템 및 방법		
【발명의 영문명칭】	Virtual-implemented solar cell system and method		
【출원인】			
【명칭】	학교법인 건국대학교		
【출원인코드】	2-1999-044996-7		
【대리인】			
【성명】	이은철		
【대리인코드】	9-2003-000140-0		
【포괄위임등록번호】	2003-060971-6		
【대리인】			
【성명】	유완식		
【대리인코드】	9-2003-000528-9		
【포괄위임등록번호】	2003-060972-3		
【발명자】			
【성명의 국문표기】	최규하		
【성명의 영문표기】	CHOE, GYU HA		
【주민등록번호】	550724-1100811		
【우편번호】	138-782		
【주소】	서울특별시 송파구 풍납2동 미성아파트 1-202		
【국적】	KR		
【심사청구】	청구		
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이은철 (인) 대리인 유완식 (인)		
【수수료】			
【기본출원료】	20	면	29,000 원
【가산출원료】	7	면	7,000 원
【우선권주장료】	0	건	0 원

【심사청구료】	10	항	429,000	원
【합계】	465,000		원	
【감면사유】	학교			
【감면후 수수료】	232,500		원	
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통			

【요약서】

【요약】

본 발명은 태양전지 가상 구현 시스템에 관한 것으로, 임의의 일사량 및 온도 등의 조건을 만족하는 태양전지의 출력특성을 가상으로 구현하여 태양전지 어레이를 구비하지 않고도 태양전지의 성능을 실현할 수 있도록 하는 기술을 개시한다. 이러한 태양전지 가상 구현 시스템은, 데이터 검출부와, 제어부와, 전력 변환부, 및 데이터 로깅부를 구비하여, 온도, 일사량 및 풍속 등의 외부 환경 정보와, 그에 따른 태양전지의 출력 특성을 측정하여 데이터베이스화하고, 실제의 태양광 발전 시스템 셀계시 사용자가 원하는 시간 및 장소의 태양전지 출력특성을 구현하고자 할 경우 그 상황에 적합한 태양전지의 전압-전류 모델을 생성함으로써 태양전지의 입출력 특성을 실제와 동일하게 구현할 수 있도록 한다. 또한, 본 발명은 데이터 로깅 시스템을 통해 제어부에서 생성 및 제어되는 태양전지의 각종 특성을 저장하고, 이를 이용하여 사용자와 인터페이스를 수행함으로써 원격제어를 수행할 수 있도록 한다.

【대표도】

도 2

【명세서】

【발명의 명칭】

태양전지 가상 구현 시스템 및 방법{Virtual-implemented solar cell system and method}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래의 태양전지의 전력 발생 회로에 관한 블록도.

도 2는 본 발명에 따른 태양전지 가상 구현 시스템에 관한 구성도.

도 3a, 3b는 본 발명에 태양전지의 전압-전류 모델을 생성하는 일실시예를 나타낸 화면 구성도.

도 4는 본 발명에 따른 데이터 로깅부의 화면 구성을 나타낸 실시예.

도 5는 본 발명에 따른 전류제어기의 구성도.

도 6은 본 발명에 따른 전력변환부의 상세 회로도.

도 7은 본 발명에 따른 전력변환부의 리액터 출력단 등가회로.

도 8은 본 발명에 따른 전력변환부의 과전류 프로파일.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

10 : 데이터 검출부

20 : 제어부

21 : 펄스폭 변조부

30 : 전력변환부

31 : 정류부

32 : DC/DC 변환기

40 : 데이터 로깅 장치

50 : 부하

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <14> 본 발명은 태양광 발전 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 현장에 실제의 태양전지 어레이를 설치하지 않고서도 사용자가 원하는 시간 및 원하는 장소의 태양전지 출력 특성과 동일한 출력특성을 얻을 수 있도록 하는 태양전지 가상 구현 시스템 및 방법에 관한 것이다.
- <15> 일반적으로 태양전지는 태양에너지를 전기에너지로 변환할 목적으로 제작된 광전지를 말하는 것으로, 이러한 태양전지는 광 에너지를 전기 에너지로 변환하여 축전기에 충전하고, 그 충전된 전기 에너지를 가공하여 부하에 공급하는 태양광 발전장치에 주로 이용된다. 이러한 태양광 발전은 방사성 오염과 지구 온난화와 같은 환경적인 문제점을 발생시키지 않고, 비교적 간단한 설비로 큰 발전 효율을 실현할 수 있기 때문에 청정 발전 방법으로서 많은 관심의 대상이 되고 있고, 따라서 이러한 태양전지의 실용화를 위해 다양한 연구와 개발이 이루어지고 있다.
- <16> 도 1은 이러한 종래의 태양전지의 전력 발생 회로에 관한 구성도이다.
- <17> 종래의 태양전지의 전력 발생 회로는, 태양전지 어레이(1), 전력 조정기(2) 및 부하(3)를 포함한다. 그리고 태양전지로부터 최대 출력전력을 얻기 위하여, 태양전지 어레이(1)에는 온도센서(4)가 부착되는데, 이 온도센서(4)는 태양전지 어레이(1)의 온도변화를 감지하고, 감지된 온도변화는 온도측정부(5)에 의해 측정되며, 최대 전압 설정부(6)

는 측정된 온도에 있어서 최대 출력전압을 얻을 수 있도록 전력 조정기(2)를 제어한다.

<18> 그런데, 이러한 종래의 태양전지의 전력 발생 회로는 구성이 비교적 간단하여 그 구현이 쉬운 장점이 있지만, 온도, 일사량, 제조사별 태양전지의 특성 또는 다른 외부 환경이 수시로 변화하기 때문에 최대 출력전력을 얻을 수 있는 시스템을 설계하기가 매우 어렵다는 문제점이 있다.

<19> 이러한 문제점을 해결하기 위한 종래의 방법으로서 시스템 설계자들은 넓은 공간에 태양전지 어레이를 설치하고, 상기 어레이에서 출력되는 전압, 전류 등의 정보를 이용하여 반복적인 실험을 실시함으로써 최적의 시스템을 설계하게 된다.

<20> 그러나 종래의 이와 같은 설계방법은 태양전지 어레이를 설치하기 위한 넓은 공간이 절대적으로 필요하고, 태양전지 어레이를 구입하기 위하여 많은 비용을 들여야 하며, 또한 이렇게 설치된다고 하더라도 태양광 발전 시스템은 일사량과 온도 등의 변화에 따라서 그 출력 전력이 크게 변화되기 때문에 일정한 조건하에서 반복 실험을 수행하는 것은 거의 불가능하였다. 따라서, 태양광 발전 시스템에 대한 실험적 접근이 매우 어려우며, 특히 최대 효율을 발생할 수 있는 전력변환 회로 등을 최적으로 설계하는 것에는 많은 난점이 있다.

<21> 이를 위해, 종래에는 선형전원장치(Linear regulator)를 이용하여 아날로그 방식으로 태양전지 시스템을 구현하기 위한 장치가 개시된 바 있다.

<22> 하지만, 이러한 선형전원장치를 이용한 태양전지 시스템은 전력을 제어하기 위한 제어부가 아날로그 회로로 구성되어 있기 때문에 전력의 변환시에 정확한 전

력 제어가 곤란할 뿐만 아니라, 주변환경에 따라 일사량, 온도 등의 조건이 민감하게 변화되기 때문에 태양전지의 출력 효율이 좋지 않은 문제점이 있다. 특히, 선형전원장치에 의해 태양전지의 출력이 조정되기 때문에 넓은 범위의 출력제어가 불가능한 문제점이 있다.

<23> 한편, 종래의 태양전지 시스템의 특성 제어를 위해 태양전지에 조사되는 광원의 광도를 제어하여 일사량 또는 온도에 따른 태양광의 조건을 재현하는 장치가 개시된 바 있다.

<24> 하지만, 종래의 이러한 태양전지 특성 제어 장치는 태양광의 조건에 따라 태양전지를 시험하기 위한 장비로 개발된 것으로 실제의 태양전지를 대체할 수 있는 대안으로 볼 수 없을 뿐만 아니라, 기존의 태양전지 어레이를 그대로 구비하여 그 테스트가 수행되기 때문에 태양전지 어레이를 설치하기 위한 설치비 및 설치면적에 제약이 따르게 되는 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<25> 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로, 실질적인 태양전지 어레이를 구비하지 않고도 일사량, 온도 등의 조건에 따라 태양전지의 출력과 동일한 전기적 특성을 갖는 가상의 태양전지를 제공하는 것을 목적으로 한다.

<26> 또한, 본 발명은 온도, 일사량, 풍속 등의 변화나 태양전지 어레이 제조사에 따른 태양전지의 출력특성 그리고 실험결과 등을 데이터베이스화 함으로써 동일한 환경조건 하에서 반복실험이 가능한 가상 태양전지 구현 시스템 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

<27> 또한, 본 발명은 가상 태양전지의 출력 특성을 이용하여 실제 제품에 가장 부합하는 전압-전류 제어알고리즘을 모델링하고, 이를 실제 시스템에 적용할 수 있도록 하는 가상 태양전지 구현 시스템 및 방법을 제고하는 것을 목적으로 한다.

【발명의 구성 및 작용】

<28> 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 태양전지 가상 구현 시스템은, 계측센서를 구비하여 외부환경 데이터를 수집하는 데이터 검출부; 상기 데이터 검출부로부터 실시간 데이터를 입력받아 소정의 형식으로 분류하여 데이터 로깅부로 전송하고, 상기 입력된 데이터를 기초로 실제의 태양전지와 동일한 효과를 갖는 전압-전류 모델을 생성하며, 상기 모델에 따라 전력변환부를 제어하기 위한 펄스폭 변조신호를 발생하는 제어부; 상기 펄스폭 변조신호에 따라 입력전력을 변환하여 부하에 전력을 제공하는 전력 변환부; 소정의 통신방식에 따라 제어부 또는 데이터 검출부와 통신하며, 상기 제어부 또는 상기 데이터 검출부로부터 입력된 데이터를 저장하는 데이터 로깅부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<29> 또한, 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 태양전지 가상 구현 방법은, 제어부가 외부로부터 데이터를 입력받는 데이터 입력단계; 입력된 데이터를 소정의 형식으로 분류하거나 저장하는 단계; 입력된 데이터에 근거하여 실제 태양전지의 출력특성을 구현하기 위한 전압-전류 모델을 생성하는 단계; 상기 생성된 모델에 따라 전류제어를 실시하는 단계; 전류제어 결과에 따라 펄스폭변조 신호를 발생하는 단계; 및 상기 펄스폭 변조신호에 따라 전력변환부를 제어하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

- <30> 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 상세히 설명하고자 한다.
- <31> 도 2는 본 발명에 따른 태양전지 가상 구현 시스템에 관한 구성도이다.
- <32> 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 태양전지 가상 구현 시스템은 데이터 검출부(10)와, 제어부(20)와, 전력변환부(30)와, 데이터 로깅부(40)와 부하(50)를 구비한다.
- <33> 본 발명의 데이터 검출부(10)는 태양광 발전 시스템이 설치될 장소의 일사량을 검출하기 위한 일사량센서, 태양광에 따른 온도를 검출하기 위한 온도센서 또는 풍속을 측정하기 위한 풍속센서 등 각종 계측센서와 태양전지 단위셀을 구비하여 각 계측센서의 데이터와 그 조건하에서의 태양전지 출력특성을 제어부(10) 또는 데이터 로깅부(40)에 유선 또는 무선의 통신방식에 의하여 전송한다. 여기에서 데이터 검출부에는 각종 센서와 태양전지 단위셀을 반드시 모두 구비할 필요는 없으며, 상황에 따라 선택적으로 구비할 수도 있다.
- <34> 제어부(20)는 시스템 전반을 제어하는 동시에 데이터 검출부(10)로부터 전송되어 온 데이터를 수집하여 분류하고, 이를 데이터베이스에 저장한다. 또한 제어부(20)는 데이터 검출부로부터 입력된 데이터에 근거하거나, 데이터베이스에 이미 저장된 데이터에 근거하여 출력 조건을 지정하는 등의 역할을 수행한다.
- <35> 데이터의 수집은 앞서도 언급한 바와 같이 유무선 통신을 이용하여 데이터 검출부(10)나 데이터 로깅부(40)로부터 하게 되며, 데이터의 저장은 수집된 실시간 정보 또는 계산된 결과(출력조건 등)를 시간별, 장소별, 또는 태양전지의 제조사별 등으로 분류하여 데이터베이스에 저장한다.

- <36> 출력조건의 지정은 시스템을 제어하는데 있어 실시간 데이터를 이용할 것인지 혹은 데이터베이스에 저장된 데이터를 이용할 것인지, 주변환경에 따른 태양전지의 출력특성을 데이터 검출부(10)로부터 입력된 실제의 데이터를 이용할 것인지 혹은 제조회사에서 제공하는 데이터를 이용할 것인지 등 다양한 조건을 결정하는 것을 의미한다.
- <37> 또한, 제어부(20)는 본 발명에 따른 시스템이 실제의 태양전지 에레이와 동일한 효과를 갖는 출력을 발생할 수 있도록 전력변환부(30)를 제어하기 위한 전압-전류 모델을 생성하는 역할을 한다. 즉, 태양전지의 출력특성은 온도, 일사량 등에 따라 변화하므로 실시간으로 변화하는 외부환경에 따른 태양전지의 출력특성을 정확히 모델링하고 모델링 결과를 기초로 출력 전압 또는 전류를 제어한다.
- <38> 또한, 제어부(20)는 펄스폭 변조부(21)를 구비하고 있는데, 상기 펄스폭 변조부는 전력변환부(30)가 생성된 전압-전류 모델을 추종할 수 있도록 PWM(Pulse Width Modulation; 펄스폭 변조) 신호를 발생한다.
- <39> 상기와 같은 제어부는 마이크로프로세서 또는 PC 등에 의해 구현될 수 있으나, 고속의 데이터 처리를 위하여 DSP(Digital Signal Processor)와 같은 프로세서가 사용되는 것이 바람직하다. 그리고, 제어부(20)는 유선 또는 무선 통신방식을 이용하여 데이터 검출부(10) 또는 데이터 로깅부(40)와 상호 필요한 정보를 교환한다.
- <40> 전력변환부(30)는 교류 또는 직류 입력 전원을 갖는 전력변환 장치를 이용하여 제어부(20)의 펄스폭 변조부로부터 인가되는 PWM 신호에 따라 태양전지의 입출력 특성과 동일한 효과를 내는 출력 전력을 부하(50)에 출력한다. 이에 따라, 본 발명의 태양전지 가상 구현 시스템은 실제의 태양전지 시스템과 동일한 출력 효과를 얻을 수 있게 된다.

<41> 데이터 로깅부(40)는 컴퓨터와 데이터베이스로 구성되며, 데이터 검출부(10)로부터 생성된 실시간 데이터를 제어부(20)를 통하여 입력받거나 제어부에서 소정의 가공 또는 계산을 거친 데이터를 입력받아 저장한다. 그리고 필요시 데이터를 입력하는 기능 및 입력된 데이터를 모니터링할 수 있는 기능을 갖추고 있다.

<42> 다시 말해, 데이터 로깅부(40)는 사용자와 인터페이스가 가능한 컴퓨터를 구비하여 제어부(20) 또는 데이터 검출부(10)로부터 인가되는 태양전지의 출력특성, 온도, 일사량 및 풍속 데이터를 실시간으로 저장하고 지속적으로 이를 갱신한다. 또한, 데이터 로깅부(40)는 사용자로부터 명령이나 데이터를 입력받거나 저장된 정보를 실시간으로 사용자에게 제공한다.

<43> 도 3a, 3b는 태양전지의 전압-전류 모델을 생성하는 일실시예를 나타낸 화면 구성도이다. 도 3a, 3b에 나타난 바와 같이, 본 발명은 사용자 인터페이스를 통하여 전압-전류 모델을 생성할 수 있는데, 도 3(a)는 온도(Temperature)와 일사량(Insolation)을 입력할 수 있고, 또 입력된 데이터에 근거하여 구성된 온도 프로파일과 일사량 프로파일을 디스플레이 할 수 있는 화면 구성의 일실시예를 보인 것이다.

<44> 또한, 도 3(b)는 전압, 전류, 전력 등을 입력할 수 있는 기능과, 입력된 데이터에 근거하여 전압-전류 플롯과 전압-전력 플롯을 보일 수 있는 화면 구성의 일실시예를 보인 것이다.

<45> 본 발명에서는 전압-전류 모델을 다양한 방법으로 생성할 수 있는데, 예를 들어 온도와 일사량을 입력(실시간 또는 사용자입력)하면 태양전지 제조회사에서 제공한 데이터

를 참조하여 입력된 온도와 일사량에 따른 태양전지의 출력특성을 데이터베이스에서 추출하여 모델을 구성할 수도 있고, 온도와 일사량뿐만 아니라 전압, 전류 파라미터를 입력하여 모델을 구성할 수도 있다.

<46> 이에 따라, 사용자가 원하는 시각 및 장소의 외부환경 데이터만 있으면 언제 어디서나 그 환경에 따른 태양전지의 출력특성을 구현할 수 있으며, 모니터링할 수 있다.

<47> 한편, 본 발명에서는 상기의 사용자 인터페이스 화면을 데이터 로깅부(40)에서 구성한 예를 보인 것이나, 반드시 데이터 로깅부(40)에 구성할 필요는 없으며, 제어부(20)에 구성하여 명령을 입력하거나 모니터링하는 것도 가능하다. 만약 상기의 화면이 데이터 로깅부(40)에서 구성이 된다면 입력데이터는 통신을 통하여 제어부(20)로 전송되고, 제어부(20)는 전송된 데이터에 근거하여 전압-전류 모델을 생성한 후 필요할 경우 모니터링을 위하여 다시 데이터 로깅부(40)로 데이터를 전송한다.

<48> 도 4는 태양전지의 출력특성을 구현하기 위하여 수집된 각종 주변 환경에 관한 정보를 저장 및 출력하는 데이터 로깅부(40)의 화면 구성도이다. 도 4를 보면, 데이터 로깅부(40)의 출력 화면은 모델 파라미터, 임의의 조건에 따라 분류된 태양전지의 특성 파라미터 및 날씨 정보 등의 주변 환경 상태에 따라 수집된 정보를 로깅하여 디스플레이한다.

<49> 즉, ①은 기준 파라미터 및 데이터 이름을 나타내는데, 시뮬레이션 하고자 하는 태양전지의 각 사양과 그 데이터를 갖고 있는 프로젝트 명을 나타낸다. 그리고, ②는 가상 구현 시스템의 출력을 나타내는데, 현재 시스템에서 출력되고 있는 전압과 전류를 모

니터링한다. 또한, ③은 전압/전류 레퍼런스를 나타내며, 시스템에서 나타내는 기준전압 및 전류를 모니터링할 수 있다. 또한, ④는 일사량 및 온도의 프로파일로써, 일사량과 온도의 변화를 모니터링한다. 또한, ⑤는 현재 각 데이터 검출부(10)와 마이크로 제어부(20)의 통신 연결 상태를 나타낸다.

<50> 이상에서와 같은 본 발명은 상술된 구성요소들을 통해 실질적인 태양전지 어레이를 구비하지 않고도 일사량, 온도 등의 주변환경에 따라 태양전지의 출력과 동일한 전기적 특성을 갖는 가상 태양전지를 구현할 수 있도록 한다. 또한, 주변환경의 변화를 고려하지 않고도 동일한 조건 하에서 태양전지의 입출력 특성에 대한 실험을 반복하여 수행할 수 있도록 한다.

<51> 한편, 도 5은 본 발명에 따른 전력변환부(30)의 상세 회로도이며, 도 6은 제어부(20)의 전류제어 원리를 나타내는 블록도이다.

<52> 도시된 바와 같이 전력변환부(30)는 상용 220V(AC)를 승압하여 이를 정류하는 AC/DC 정류부(31)와 태양전지의 특성을 구현하기 위한 DC/DC 변환기(벅(Buck) 변환기)(32)를 구비한다.

<53> 본 발명에서는 전류제어 기법으로서 단일 전류제어방법을 적용하고 있는데, 이는 만약 본 발명에 따른 시스템과 연계되는 다른 시스템(미도시 됨)이 서로 같은 전압제어를 하게 되면 전압원과 전압원으로서의 충돌로 인하여 제어가 곤란해지기 때문에 전압-전류 이중루프 제어방법이 아닌 단일 전류 제어방법을 적용한 것이다. 그러나 상기와 같은 문제점이 발생할 우려가 없는 경우에는 어느 제어법이나 무방하다.

<54> 이하에서는 전류제어기의 설계에 대하여 보다 구체적으로 설명한다.

<55> 전류제어기를 설계하는데 있어서는 먼저, 전류의 과도기간 동안 출력단 전압은 일정하게 유지되고, 출력단의 리액터 저항 R_L 은 시정수에 영향을 주지 않는다고 가정한다.

<56> 이러한 가정 하에서 도 7의 등가회로를 식으로 나타내면 [수학식 1]과 같다.

<57>
$$L \frac{di_L}{dt} = dV_d - v_o - R_L i_L \quad \text{[수학식 1]}$$

<58> 입력되는 전압 dV_d 는 이상적인 변조를 한다고 가정하였으므로 기준 전압신호는 다음의 [수학식 2]와 같이 나타낸다.

<59>
$$V_d^* = dV_d = k_p(i_L^* - i_L) + \int k_i(i_L^* - i_L) + v_o \quad \text{[수학식 2]}$$

<60> [수학식 1]에 [수학식 2]를 대입하여 라플라스 변환을 정리하면 전압-전류 제어부 (22)의 전달함수가 [수학식 3]과 같이 구해진다.

<61>
$$G_i(s) = \frac{I_L}{I_L^*} = \frac{sk_p + k_i}{Ls^2 + (k_p - R_L)s + k_i} \quad \text{[수학식 3]}$$

<62> 여기서, 영점을 배제하고 극점에 의한 원형 2차 시스템(Prototype second order system)의 설계법인 극 배치 방법에 따라 아래와 같이 제어기 이득이 구해진다.

$$<63> \quad k_p = 2\zeta_i \omega_{ni} L + R_L \quad [\text{수학식 4}]$$

$$<64> \quad k_i = \omega_{ni}^2 L \quad [\text{수학식 5}]$$

<65> 여기서, ω_i 는 전압-전류제어부(22)의 전류 제동비이고, ζ_{ni} 는 전압-전류제어부(22)의 고유비 제동 주파수이다.

<66> 여기서, [수학식 4]와 [수학식 5]에 의해 얻어진 이득은 실제로 이 시스템의 원형 2차 시스템이 아니기 때문에 최적값은 아니라고 할 수 있다. 따라서, 최적의 값을 구하기 위해서는 제어기의 밴드폭을 시스템의 사양에서부터 해석적으로 찾아야 한다.

<67> 도 7의 등가회로에서 리액터의 전류는 입력전압 V_d 와 출력전압 V_o 에 따라 조절된다. 도 8은 리액터 출력단(34)의 과전류 프로파일을 나타낸다. 그러므로, 도 8에서와 같이 전류가 증가하고자 할때 상승시간을 구하면 다음의 [수학식 6]과 같다.

$$t_r \geq 0.8 \frac{L \Delta I_L}{V_d - V_o} \quad [\text{수학식 6}]$$

<68> 여기서, t_r 은 상승시간, ΔI_L 은 리액터 출력단에 흐르는 과전류, V_d 는 입력전압의 최대치 및 V_o 는 정격출력의 최대치를 나타내며, 도 8에서 t_s 는 정착시간을 나타낸다.

<69> 전압-전류 제어부(22)의 영점이 원점에서 충분히 멀리 존재한다면 2차 원형 시스템으로 근사화되고 [수학식 6]의 상승시간 t_r 로부터 고유비제동 주파수 ζ_{ni} 는 다음의 [수학식 7]에 의해 구해진다.

<70>

$$\omega_{ni} = \frac{1 - 0.4167\zeta_i + 2.917\zeta_i^2}{t_r} \quad [\text{수학식 7}]$$

<71> 그러므로, 극배치 설계에 의해 전압-전류 제어부(22)의 제동비 ω_i 에 따라 고유비제동 주파수 ζ_{ni} 를 조절함으로써 이에 따른 상승시간과 대역폭을 조정할 수 있게 된다.

<72> 이러한 구성을 갖는 본 발명의 동작 과정을 도 9를 참조하여 설명하면 다음과 같다

<73> 본 발명의 시스템은 두 가지 모드로 태양전지를 가상 구현할 수 있다. 우선, 첫 번째 모드는 실제로 측정된 온도, 일사량 및 제조회사에 대한 데이터베이스를 기반으로 태양전지를 가상 구현하는 모드이다. 이러한 경우 데이터 검출부(10)에서 검출하는 일사량, 온도 데이터와 태양전지의 제조회사에서 주어지는 모듈의 사양을 기본 데이터로 한다.

<74> 두 번째 모드는 사용자가 원하는 임의의 값을 데이터로 하여 태양전지를 가상 구현하는 모드이다. 이러한 경우 사용자가 원하는 온도, 일사량, 최대 전력점에서의 전압, 전류, 개방전압, 단락전류는 사용자 인터페이스를 통하여 입력할 수 있다.

- <75> 이러한 두가지 모드의 특성을 고려하여 본 발명의 동작과정을 설명하면 다음과 같다.
- <76> 먼저, 데이터 검출부(10)는 온도, 일사량 및 풍속을 감지하기 위한 각각의 센서를 이용하여 태양전지의 출력특성을 구현하기 위한 각종 데이터를 실시간으로 수집한다(S110). 그리고, 제어부(20)는 데이터 검출부(10)에서 수집된 실시간 데이터를 데이터 로깅부(40)로 전송한다.
- <77> 이후에, 데이터 로깅부(40)는 제어부(20)로부터 전송된 실시간 데이터를 시간별, 장소별, 태양전지 제조사별 등으로 구분하여 데이터베이스에 체계적으로 저장한다(S120). 그리고, 데이터 로깅부(40)는 사용자의 요구에 부합하여 사용자가 요구한 적정 시간에 데이터베이스에 저장된 주변환경 정보들을 제어부(20)에 제공할 수 있도록 한다.
- <78> 다음에, 제어부(20)는 제어알고리즘을 이용하여 온도, 일사량 및 풍속 등의 실시간 데이터와 제조사별로 분류된 태양전지의 특성 데이터를 토대로 실제 제품에 가장 부합하는 전압-전류 곡선을 모델링하기 위한 연산을 수행한다(S130).
- <79> 이어서, 전류제어기는 전압-전류 모델을 기준값으로 하여 소정의 제어방법에 의하여 전류제어를 실시하고(S140), 펄스폭 변조부(21)는 전류제어기로부터 인가되는 출력값에 따라 펄스폭이 변환된 PWM 신호를 전력변환부(30)로 출력한다(S150).
- <80> 이후에, 전력변환부(30)는 전력 변환 방식을 이용하여 펄스폭 변조부(21)로부터 인가되는 PWM 신호에 따라 실제 태양전지와 동일한 출력특성을 구현하기 위한 전력을 부하(50)에 공급한다(S160). 이에 따라, 온도, 일사량 및 풍속에 따른 태양전지 실시간

출력과, 사용자의 요구에 따라 임의의 기상조건에서 발생하는 제조사별 태양전지 출력 특성을 수집할 수 있게 된다.

<81> 여기서, 사용자는 데이터 로깅부(40)에 구비된 컴퓨터를 통하여 원격제어 방식으로 제어부(20)의 동작을 제어 및 모니터링할 수도 있고, 원하는 조건의 환경 설정에 따라 태양전지의 출력 특성 조건을 임의로 지정할 수도 있다. 이를 위해, 데이터 로깅부(40)은 오토/메뉴얼 모드를 구비하여 사용자의 조작 범위를 최대한 효율적으로 설정할 수 있도록 한다.

【발명의 효과】

<82> 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명은 다음과 같은 효과를 제공한다.

<83> 첫째, 주변환경의 조건에 따른 전압-전류 곡선을 모델링하여 기존의 태양전지를 대체한 태양전지 가상구현시스템을 구현함으로써, 사용자 임의의 조건설정에 따라 태양전지 어레이와 동일한 일사량과 온도 등의 실험환경을 재현할 수 있다. 이에 따라, 태양전지에 대한 연구개발의 생산성 및 신뢰성을 크게 향상시킬 수 있다.

<84> 둘째, 기존의 방식에 비해 태양전지 시스템의 크기를 최소화시킬 수 있으며 태양전지의 설치에 따른 장소의 제한을 받지 않게 되어 실험 및 연구의 편리성이 향상되고 개발기간을 단축할 수 있으며 연구 성과물의 객관적 평가를 얻는데 이용 가능하게 된다.

<85> 셋째, 데이터베이스에 저장된 온도 및 일사량 정보와 태양전지의 출력특성에 대한 과거의 데이터를 재현하여 동일한 온도 및 일사량을 갖는 조건 하에서 기후변화에 따른 출력특성의 변화없이 반복적인 실험을 수행할 수 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

계측센서를 구비하여 외부환경 데이터를 수집하는 데이터 검출부;

상기 데이터 검출부로부터 실시간 데이터를 입력받아 소정의 형식으로 분류하여 데이터 로깅부로 전송하고, 상기 입력된 데이터를 기초로 실제의 태양전지와 동일한 효과를 갖는 전압-전류 모델을 생성하며, 상기 모델에 따라 전력변환부를 제어하기 위한 펄스폭 변조신호를 발생하는 제어부;

상기 펄스폭 변조신호에 따라 입력전력을 변환하여 부하에 전력을 제공하는 전력 변환부;

소정의 통신방식에 따라 제어부 또는 데이터 검출부와 통신하며, 상기 제어부 또는 상기 데이터 검출부로부터 입력된 데이터를 저장하는 데이터 로깅부를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지 가상 구현 시스템.

【청구항 2】

청구항 제 1항에 있어서, 상기 데이터 검출부에는 단위셀 태양전지를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지 가상 구현 시스템.

【청구항 3】

청구항 제 1항에 있어서, 상기 계측센서는 온도센서, 일사량센서 또는 풍속센서 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는 태양전지 가상 구현 시스템.

【청구항 4】

청구항 제 1항에 있어서, 상기 데이터 로깅부의 데이터 저장형태는 시간별, 장소별 또는 태양전지의 제조사별로 분류되는 것을 특징으로 하는 태양전지 가상 구현 시스템.

【청구항 5】

청구항 제 1항에 있어서, 상기 제어부가 전압-전류 모델을 생성하는데 기초로 하는 데이터는 데이터 검출부로부터 입력된 실시간 데이터, 또는 데이터 로깅부로부터 입력된 기저장된 데이터인 것을 특징으로 하는 태양전지 가상 구현 시스템.

【청구항 6】

제어부가 외부로부터 데이터를 입력받는 데이터 입력단계;
입력된 데이터를 소정의 형식으로 분류하거나 저장하는 단계;
입력된 데이터에 근거하여 실제 태양전지의 출력특성을 구현하기 위한 전압-전류 모델을 생성하는 단계;
상기 생성된 모델에 따라 전류제어를 실시하는 단계;
전류제어 결과에 따라 펄스폭변조 신호를 발생하는 단계; 및

상기 펄스폭 변조신호에 따라 전력변환부를 제어하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 태양전지 가상 구현 방법.

【청구항 7】

청구항 제 6 항에 있어서, 상기 데이터 입력단계의 입력데이터는 온도 데이터, 일사량 데이터 또는 단위셀 태양전지의 출력특성 데이터 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는 태양전지 가상 구현 방법.

【청구항 8】

청구항 제 6항에 있어서, 상기 데이터를 분류, 저장하는 단계의 데이터 형식은 시간별, 장소별 또는 태양전지의 제조사별로 분류 출력특성 중 적어도 어느 하나 이상의 항목으로 분류하여 저장하는 것을 특징으로 하는 태양전지 가상 구현 방법.

【청구항 9】

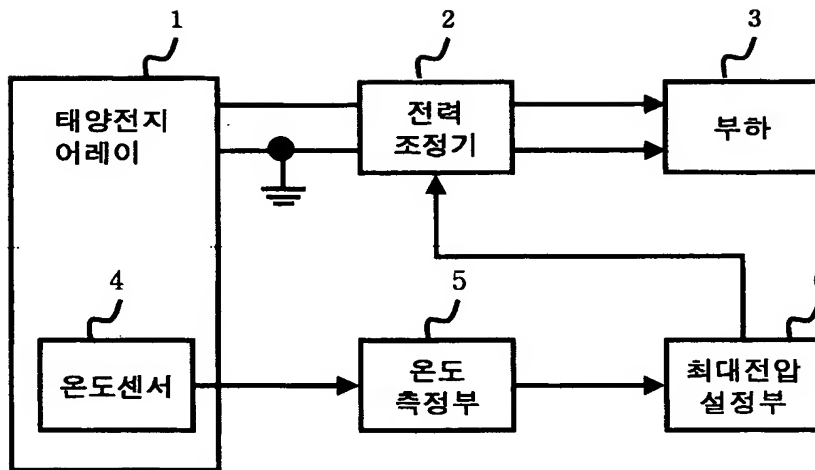
청구항 제 6 항에 있어서, 상기 전압-전류 모델을 생성하는 단계는 데이터 검출부로부터 입력된 실시간 데이터 또는 사용자가 소정의 방법으로 입력한 임의의 데이터에 기초하여 생성되는 것을 특징으로 하는 태양전지 가상 구현 방법.

【청구항 10】

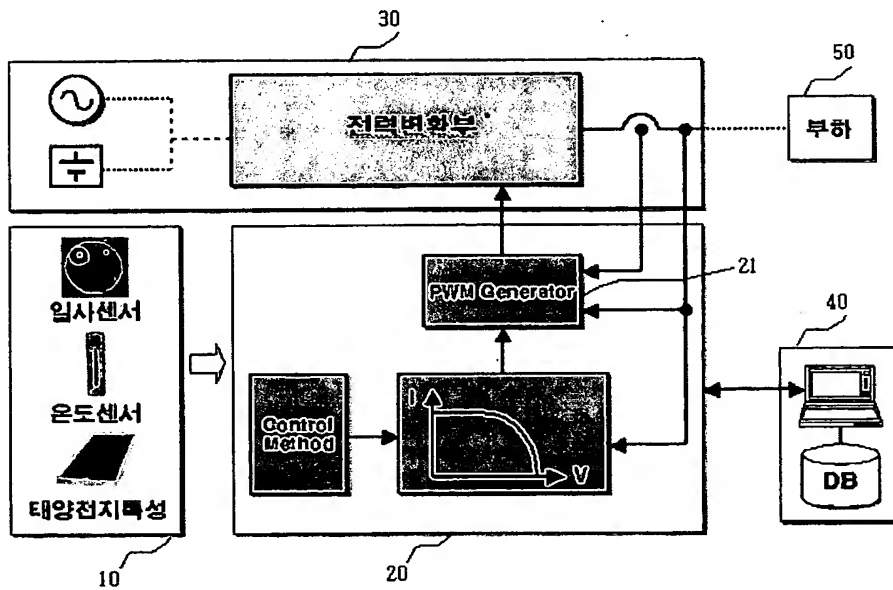
청구항 제 9 항에 있어서, 상기 소정의 방법은 사용자 인터페이스 화면을 통하여 입력하는 방법인 것을 특징으로 하는 태양전지 가상 구현 방법.

【도면】

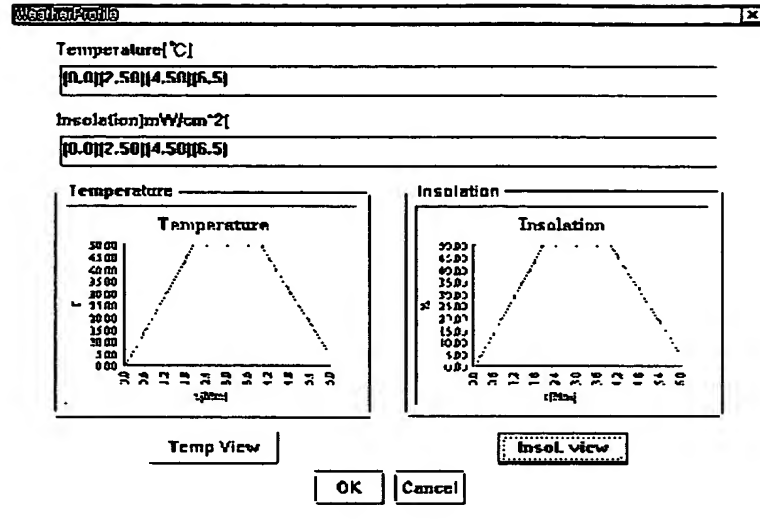
【도 1】



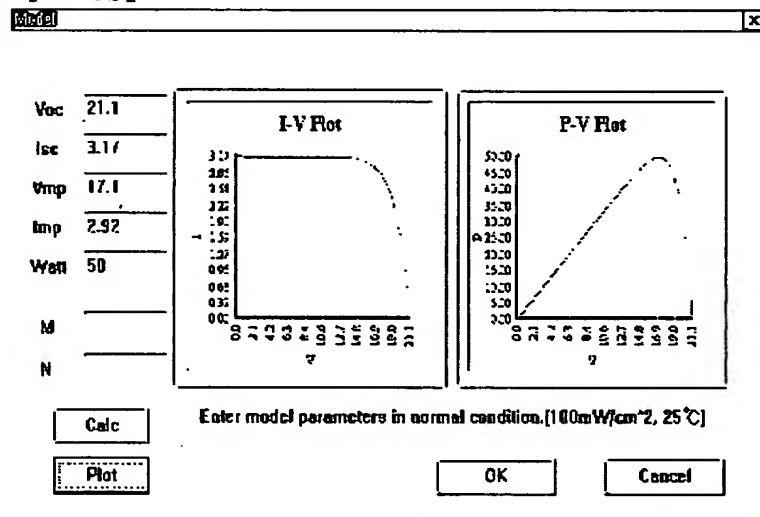
【도 2】



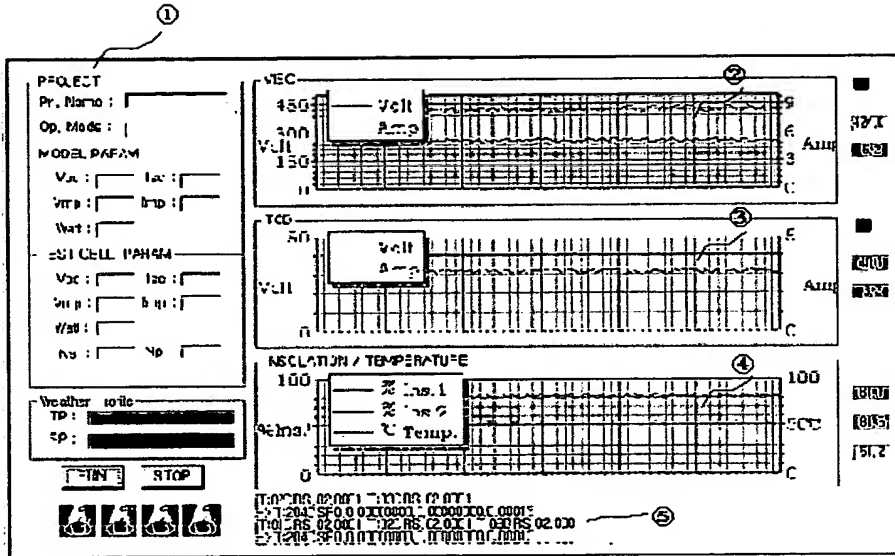
【도 3a】



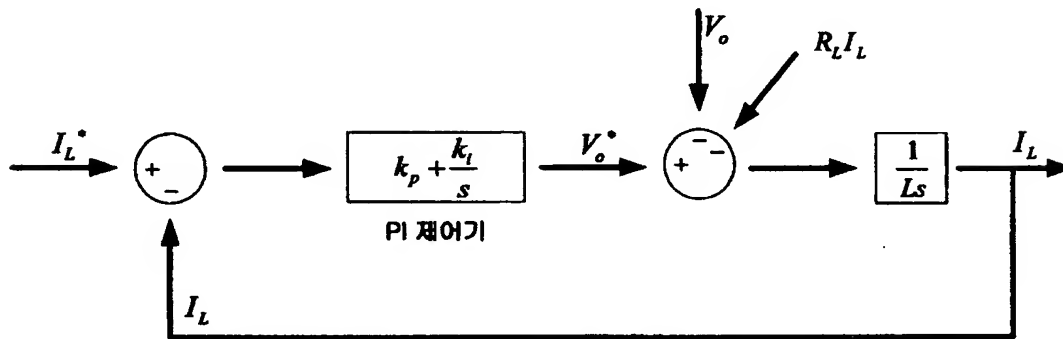
【도 3b】



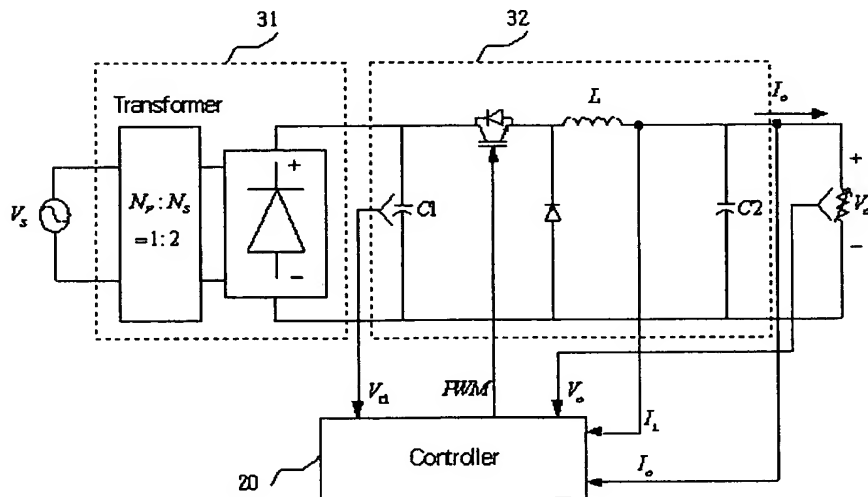
【도 4】



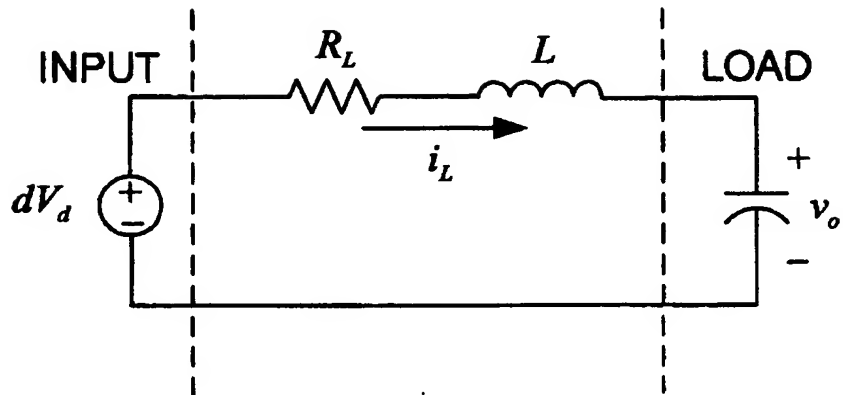
【도 5】



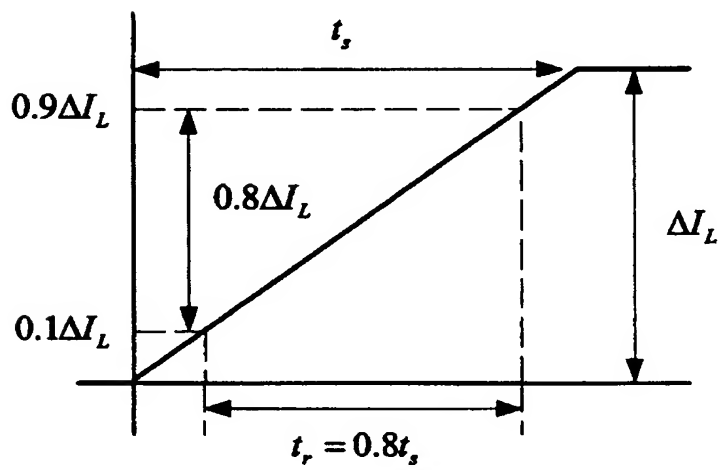
【도 6】



【도 7】



【도 8】



【도 9】

